

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА БИАТЛОНИСТОВ 16–17 ЛЕТ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОКСИЧЕСКИ-ГИПЕРКАПНИЧЕСКИХ ЭКСПОЗИЦИЙ И КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПРЕМОРБИДНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В БАЗОВОМ БЛОКЕ ПОДГОТОВКИ

Д.О. Малеев¹, Е.Г. Виноградов¹, А.П. Исаев², В.А. Ходкевич³

¹Тюменский государственный университет, Институт физической культуры, г. Тюмень, Россия,

²Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

³Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия

Цель. Научно-экспериментальное обоснование эффективности применения основных и эргогенических (гипоксически-гиперкапнические экспозиции) средств в подготовке биатлонистов 16–17 лет. **Материалы и методы.** В исследовании принимали участие две группы юношей-биатлонистов в возрасте 16–17 лет. Все спортсмены в начале эксперимента прошли углублённое медицинское обследование. Функциональное состояние организма юношей на протяжении всего исследования оценивалось уровнем преморбидного индекса сердечно-сосудистой системы с помощью диагностического комплекса CardioSoft (США). **Результаты.** Применение в системе спортивной подготовки биатлонистов 16–17 лет гипоксически-гиперкапнической экспозиций наряду с основным тренировочным процессом, направленным на развитие локально-региональной мышечной выносливости, является перспективным подходом, способным обеспечить достижение высокого уровня функциональных возможностей организма спортсменов и потенцирование их спортивных результатов. **Заключение.** Представленные результаты исследования способствуют совершенствованию системы подготовки юношей-биатлонистов 16–17 лет на базовом этапе подготовки. В работе доказана эффективность инновационного метода контроля преморбидного состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов.

Ключевые слова: гиперкапния, дыхательный тренажёр, биатлонисты, индекс преморбидного состояния, эргогенические средства, адаптация, спортивная результативность.

Введение. В условиях обострения конкуренции в спорте высших достижений повышается значимость внедрения в спортивную тренировку дополнительных внутренировочных средств и методов, способствующих форсированию адаптационных процессов к факторам тренировочного воздействия и, как следствие, повышению эффективности системы подготовки спортсменов [15].

В целях совершенствования системы подготовки биатлонистов 16–17 лет большой интерес представляет внедрение экспозиций гипоксически-гиперкапнической направленности, которые используются для достижения физиологических сдвигов в процессе выполнения физических нагрузок, а также запуска восстановления после них [2, 3, 5, 6, 8–11].

Известно, что мышечные сокращения и расслабления нуждаются в энергии, которую клетки получают в процессе гидролиза молекул АТФ. Таким образом, в мышечных волокнах идет два параллельных процесса – гидролиз и ресинтез АТФ. Одним из активаторов аэробного пути ресинтеза АТФ является углекислый газ. Избыток этого газа в крови активизирует дыхательный центр головного мозга, что в итоге приводит к повышению скорости кровообращения и улучшению снабжения мышц кислородом [13, 14].

Воздействие искусственной газовой среды с высоким содержанием углекислого газа (гипоксия-гиперкапния) на организм спортсменов является одним из механизмов экономизации метаболических процессов (по типу обратной связи) [1, 4, 7, 12].

Эффективность этого эргогенического метода определяется созданием сочетанных условий умеренной гипоксии и гиперкапнии, а также дополнительной нагрузки на дыхательные мышцы. Самым распространённым способом получения гипоксически-гиперкапнической газовой смеси является дыхание с помощью дополнительного объёма «мёртвого» пространства (ДОМП), получаемого из различных приспособлений и тренажёров.

В то же время большинство авторов сходятся во мнении, что функциональный резерв организма спортсменов и значительный рост спортивных результатов формируется в детском возрасте. Построение тренировочного плана без учёта текущего функционального состояния юных спортсменов может сформировать у потенциально одарённых юношей и девушек срывы адаптационных процессов и поставить под угрозу не только дальнейшее развитие спортивной карьеры в избранном виде спорта, но и нанести непоправимый вред здоровью на всю оставшуюся жизнь. Таким образом, в спортивном сообществе имеется большая заинтересованность в поиске наиболее эффективных методов диагностики текущего состояния физической и функциональной подготовленности спортсменов на всех этапах подготовки. Одним из таких методов является определение индекса преморбидного состояния, являющегося интегральным показателем функционирования не только сердечно-сосудистой системы, но и всего организма в целом.

Актуальность работы состоит в научно-практическом обосновании воздействия гипоксически-гиперкапнических экспозиций на формирование функционального резерва организма биатлонистов 16–17 лет в базовом цикле подготовки.

Научная работа проводилась с помощью следующих **методов**: теоретический анализ научно-методической литературы, педагогические наблюдения, тестирование, медико-биологические методы, педагогический эксперимент, математическая статистика.

Организация исследования. Научное исследование и практический эксперимент осуществлялись в условиях равнинной местности на базах областного центра зимних видов спорта «Жемчужина Сибири» и Центра зимних видов спорта Тюменского государственного университета (ТюмГУ) в подготовительном периоде (август–сентябрь). Под на-

блюдением находились юноши-биатлонисты 16–17 лет, которые были разделены на две группы – экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) по 11 спортсменов в каждой. Все спортсмены имели высокий уровень спортивной подготовки (I спортивный разряд, КМС).

Тренировочный план для всех юношей-биатлонистов на протяжении всего эксперимента был идентичным. Однако программа подготовки экспериментальной группы содержала в себе гипоксически-гиперкапнические экспозиции, которые проводились перед основным тренировочным занятием, а спортсмены контрольной группы занимались по общепринятой методике.

Текущий контроль за реакцией сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма спортсменов проводился при помощи стресс-системы CardioSoft (США), компьютерной программы Firstbeat sports с компактным записывающим устройством Firstbeat Bodyguard (Финляндия) и пульсоксиметра фирмы «Ангио – Скан – 01 П» (Россия).

В начальном и итоговом обследованиях определялись уровни функциональной, физической подготовленности, а также функциональный резерв биатлонистов на текущем этапе подготовки по следующим величинам: гипоксический индекс (I-Нур), ЧСС в покое, ЖЭЛ, аэробный порог (АэП), индекс преморбидного состояния ССС (ИПС), концентрация лактата в капиллярной крови на 5-й дорожке стресс-теста на тредмиле, а также время преодоления дистанции 10 км на лыжероллерах.

Гипоксически-гиперкапнические экспозиции достигались за счёт осуществления повторного вдыхания (возвратное дыхание) последней (альвеолярной) порции выдохнутого воздуха, который содержит повышенную концентрацию углекислого газа (CO₂).

Гиперкапнические экспозиции (ГЭ) проводились спортсменами в положении сидя за 10–15 минут до начала основного тренировочного занятия. Продолжительность ГЭ составляла две недели по 20 минут ежедневно. В зависимости от напряжённости основного тренировочного процесса и текущего состояния биатлонистов использовался вариант с двумя гипоксически-гиперкапническими экспозициями.

Оперативный контроль состояния организма юношей-биатлонистов в процессе выполнения гиперкапнических экспозиций осуществлялся путём регистрации показателей

частоты сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя, сатурации (SpO_2) и величины артериального давления (АД).

Понижение значений указанных параметров, а также индекса преморбидного состояния сердечно-сосудистой системы после ночного сна позволяли тренеру снижать или изменять запланированные нагрузки.

По ходу исследования была сделана попытка согласовать гиперкапнические экспозиции с содержанием, задачами и логикой построения основного тренировочного процесса. Главной задачей в реализации экспериментальной программы было достижение высоких спортивных результатов на социально значимых соревнованиях.

Недельный тренировочный цикл состоял из двух микроциклов, которые содержали в себе шесть тренировок, не считая утренней зарядки. В первые два дня микроцикла основные утренние тренировки подразумевали преимущественное развитие скоростно-силовых качеств (гликолитических групп мышц), а в третий день решалась задача развития выносливости (окислительные волокна). На ежедневных послеобеденных тренировках ставились задачи по увеличению митохондриальной массы в локальных мышечных группах с помощью силовых упражнений статодинамического и взрывного характера на фоне восстановительной аэробной нагрузки. Данный микроцикл (с небольшими изменениями) повторялся в течение трёх недель.

Тренировки гликолитических групп мышц с анаэробным ресинтезом АТФ подразумевали интенсивное выполнение упражнений от 10 до 40 секунд. Это связано с тем, что при анаэробном ресинтезе молекул АТФ образуется побочный продукт, которым является молочная кислота, а увеличение её концентрации в крови негативным образом влияет на внутриклеточное дыхание миокарда и в целом на все группы мышц, включенных в работу, что в свою очередь существенно нарушает их нормальное функционирование и способствует быстрому утомлению.

Накопленный опыт показал, что в борьбу с накоплением и переработкой лактата, а также ионами водорода вступают внутриклеточные органеллы – митохондрии. Таким образом, развитие и рост митохондриальной массы в мышцах является приоритетной задачей в тренировочном процессе биатлонистов. Следовательно, в тренировочном процессе,

после включения процессов мышечного гликолиза необходимо перейти в фазу аэробного ресинтеза АТФ, где в работу включаются окислительные мышечные волокна, что дает определенный толчок для развития и роста митохондрий, которые в момент кратковременного стресса активно увеличивают концентрацию в мышечном волокне. Такие тренировки способствуют увеличению метаболической емкости АТФ и митохондриальной массы, что создаёт предпосылки к дальнейшему увеличению времени интервалов закисления, не вызывая катаболических процессов в мышечных волокнах.

Для текущего контроля функционального состояния организма спортсменов применялась методика определения индекса преморбидного состояния ССС; ключевым оценочным показателем данного метода является кислородное насыщение миокарда, который имеет высокий уровень достоверности определения перегрузки кровотока продуктами распада работающих мышц. Индекс преморбидного состояния ССС также позволял осуществлять диагностику работы сердца в преднагрузочном и постнагрузочном состоянии, которые при нарушении функции ССС могут протекать с резкими изменениями как преднагрузки так и обоих факторов одновременно.

Результаты. В ходе исследования было выявлено, что положительный развивающий эффект от воздействия гипоксически-гиперкапнических экспозиций был зафиксирован в период восстановления организма биатлонистов экспериментальной группы в диапазоне от 10 до 14 дней после окончания последнего тренировочного занятия.

Выявлено, что при внедрении ГЭ в тренировочный процесс биатлонистов 16–17 лет адаптация к экспериментальной программе происходила за счёт увеличения ЧСС покоя, ЧСС под нагрузкой, то есть увеличение МОК произошло параллельно с увеличением ЧСС, что при продолжительном воздействии на организм привело к увеличению метаболической емкости аэробного ресинтеза АТФ.

Весь процесс эксперимента сопровождался контролем показателей индекса преморбидного состояния ССС, для того чтобы исключить риск снижения коронарного кровоснабжения миокарда, которое играет основную роль в обеспечении насосной функции сердца.

Следует отметить, что контролируемый процесс увеличения метаболической емкости

аэробного ресинтеза молекул АТФ за счёт увеличения концентрации углекислого газа в крови может сформировать физиологическую гипертрофию миокарда и тоногенного расширения (дилатации) желудочков сердца, а этот процесс повышает сократимость миокарда, вследствие чего увеличивается и ускоряется кровоток во время физической нагрузки. В результате тоногенного расширения желудочков сердца значительно увеличивается ударный объем крови, что в свою очередь увеличивает минутный объем крови при меньших пульсовых режимах.

Также зафиксировано (см. таблицу), что тренировки биатлонистов (ЭГ) на фоне применения гипоксически-гиперкапнических экспозиций существенно повлияли на экономизацию функций внешнего дыхания, совершенствование адаптационно-компенсаторных механизмов, формирование функционального резерва организма, а также повышение физической работоспособности.

Полученные результаты предложенных обследований показали выраженные сдвиги изучаемых параметров в контрольной и экспериментальной группах, которые качественно были неодинаковыми. Из приведённых данных (см. таблицу) видно, что среднегрупповой индекс приморбидного состояния ССС

в экспериментальной группе вырос на 114 %, а в контрольной – на 33 %, хотя на определённом этапе эксперимента этот показатель у биатлонистов ЭГ существенно понижался из-за протекания адаптационных процессов к предложенным гиперкапническим нагрузкам.

Уровень прироста показателей гипоксического индекса (I-Нур) у юношей ЭГ группы составил 78 %, КГ – 38 %. Ранее проведённые исследования с лыжниками-гонщиками и дзюдоистами дают возможность предположить, что данный интегральный показатель устойчивости организма к острой искусственной гипоксии тесно связан с применением гиперкапнической гипоксии.

Также отмечается повышение ЖЕЛ в обеих группах, у спортсменов ЭГ улучшилось на 14 %, в КГ этот показатель увеличился на 11 %, что тоже отражает эффективность тренировочного процесса.

В ходе контрольного обследования было установлено, что частота сердечных сокращений в покое понизилась как в ЭГ на 11,5 %, так и в КГ на 4 %, что в нашем случае отражает экономичность и сформированность в виде морфологического изменения тоногенной гипертрофии миокарда (дилатация).

Из приведённых в таблице данных видно, что прогнозируемые изменения в сторону

Показатели физической работоспособности, полиметрического и метаболического состояния биатлонистов 16–17 лет в условиях эксперимента
Indicators of physical performance, polymetric and metabolic status in 16–17-year-old biathletes throughout the experiment

Показатели Data	Экспериментальная группа Experimental group		Контрольная группа Control group	
	В начале эксперимента At the beginning of the experiment	В конце эксперимента At the end of the experiment	В начале эксперимента At the beginning of the experiment	В конце эксперимента At the end of the experiment
	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
ИПС ср., усл. ед. Premorbid Index, с. у.	350 ± 8,18	750 ± 0,30 P < 0,05	420 ± 18	560 ± 46 P < 0,05
I-Нур ср., усл. ед. Hypoxic Index, с. у.	3,3 ± 1,25	5,9 ± 0,8	3,1 ± 1,42	3,7 ± 1,12 P < 0,05
ЖЕЛ, мл VC, ml	45300 ± 32,21	5200 ± 21,36 P < 0,05	4400 ± 51,37	4900 ± 15,01 P < 0,05
ЧСС покоя, уд./мин HR, bpm	52 ± 0,55	46 ± 0,09 P < 0,05	50 ± 0,18	48 ± 0,09 P < 0,05
АэП, уд./мин AerT, bpm	125,0 ± 10,5	160,0 ± 0,91 P < 0,001	130 ± 0,1	145 ± 7,2 P < 0,05
Лактат, ммоль/л Lactate, mmol/l	6,0 ± 0,46	2,1 ± 0,1 P < 0,05	6,2 ± 0,38	3,4 ± 0,45 P < 0,05
Гонка на л/р, мин/с Rollerski race, min/s	31,40 ± 2,05	28,15 ± 1,15 P < 0,01	32,05 ± 2,10	31,03 ± 1,55 P < 0,01

увеличения порога аэробного обмена (АЭП) в ЭГ более существенные – 28 %, в КГ данный параметр поднялся на 11 %. Повышение АЭП свидетельствует об эффективности и сбалансированности ССС, а также увеличении митохондриальной массы в мышечных тканях.

В контрольных обследованиях использовался тредмил-тест (бег) ступенчато-возрастающего характера с увеличением нагрузки через каждые 2 минуты за счёт повышения скорости на 1 км/ч и увеличения угла подъёма беговой дорожки на 1,0 %. Все испытуемые пробегали пять ступеней, после чего производился забор крови с целью определения уровня концентрации лактата. Данный показатель свидетельствует об эффективности тренировочного процесса и уровне утилизационных процессов в работающих мышцах. В ЭГ было зафиксировано снижение уровня лактата по сравнению с первоначальным обследованием на 65 %, а КГ за этот же период – на 45 %, что говорит об эффективности и сбалансированности в отношении применяемых тренировочных методик.

Реализация тренировочной программы биатлонистами обеих групп способствовала увеличению скорости прохождения лыжероллерной дистанции 10 км свободным стилем передвижения. Отметим, что применение гиперкапнических экспозиций юношами ЭГ способствовало существенному повышению спортивной результативности.

Итоговое обследование показало, что спортсмены ЭГ уменьшили время преодоления указанной дистанции на 10 %. В контрольной группе улучшение спортивного результата составило 3 %.

Заключение. Исследование показало обоснованность сочетанного применения средств, развивающих локально-региональную мышечную выносливость (ЛРМВ) и внутриклеточных гипоксически-гиперкапнических экспозиций.

Доказана эффективность тренирующего воздействия экспериментальной методики на формирование адаптационно-компенсаторных механизмов и функционального резерва организма спортсменов, а также изменения уровня физической работоспособности биатлонистов 16–17 лет в базовом блоке подготовки.

Осуществление текущего контроля на всех этапах подготовки будет наиболее эф-

фективным, если его анализ строится на основе динамики индекса преморбидного состояния сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Агаджанян, Н.А. Оценка функционального состояния организма спортсмена в условиях изменённой газовой среды / Н.А. Агаджанян, Н.П. Красников // Теория и практика физ. культуры. – 1985. – № 3. – С. 19–21.

2. Апанасенко, Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 248 с.

3. Волков, Н.И. Потенцирование тренировочного эффекта нагрузок при использовании прерывистых гипоксических воздействий / Н.И. Волков, С.Л. Сологуб, В.А. Трефилов // Юбилейный сборник трудов учёных РГАФК, посвящён 80-летию академии. – М., 1998. – Т. 2. – С. 147–152.

4. Исаев, А.П. Спорт и среднегорье. Моделирование адаптивных состояний спортсменов: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2013. – 425 с.

5. Колчинская, А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в сочетании с традиционной спортивной тренировкой – эффективный метод подготовки спортсменов / А.З. Колчинская // Наука в олимпийском спорте. – 1995. – № 31 (2). – С. 44–55.

6. Кучкин, С.Н. Применение гиперкапнических смесей для повышения работоспособности спортсменов / С.Н. Кучкин // Диагностика и методы повышения функциональной подготовленности спортсменов. – Волгоград, 1980. – С. 112–113.

7. Низовцев, В.П. Состояние отдельных функциональных систем организма при произвольной и непроизвольной гипервентиляции, способы коррекции выявленных нарушений / В.П. Низовцев, М.И. Панина // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и экстремальных ситуациях. – Тверь, 1991. – С. 103–112.

8. Сокунова, С.Ф. Применение интервальной гипоксической тренировки в сезонной подготовке бегунов на средние дистанции / С.Ф. Сокунова, Л.В. Коновалова, В.В. Вавилов // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – № 5 (51). – С. 86–88.

9. Фундаментальные и прикладные ас-

пекты адаптоспособности, реактивности и регуляции организма спортсменов в системе спортивной подготовки (питание, пищеварение, восстановление и энергообеспечение): моногр. / [Р.Я. Абзалитов, А.С. Аминов, Э.Ф. Баймухаметова и др.]; под ред. А.П. Исаева, В.В. Эрлиха. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2017. – 854 с.

10. Хан, М. Габриэль. Быстрый анализ ЭКГ / М. Габриэль Хан; пер. с англ. под общ. ред. проф. Ю.М. Позднякова. – М.: Изд-во БИНОМ, 2019. – С. 121–148.

11. Ширяев, В.В. Использование гипоксически-гиперкапнической смеси в тренировочном процессе для повышения резервных возможностей спортсмена / В.В. Ширяев, Н.П. Красников, В.А. Глыбченко // Резервные возможности организма спортсменов. – Алма-Ата, 1985. – С. 118–122.

12. Approaches to describe ventilatory thresh-

hold in professional sports / M. Zych, K. Stec, A. Pilis et al. // *Physical Activ Rev.* – 2017. – Vol. 5. – P. 113–123. DOI: 10.16926

13. Gabrys, T. The Direction of the Changes of Rates of the Internal and External Training Load Under the Influence of High-Altitude Hypoxia on Mountain Bikers / T. Gabrys, U. Szmatlan-Gabrys, A. Stanula // *Physical Activity Review.* – 2019. – Vol. 7. – P. 40–48. DOI: 10.16926

14. Hellemans, J. Intermittent Hypoxic Training, A Pilot Study / J. Hellemans // *PROCEEDINGS from the Gatograd International Triathlon Science II Conference Noosa Australia, Nov. 7–8.* – 1999.

15. Modeling in the System of Adaptation and Sport Training Management / A.P. Isaev, R.Ya. Abzalilov, V.V. Rybakov et al. // *Human. Sport. Medicine.* – 2016. – Vol. 16, no. 2. – P. 42–51. DOI: 10.14529/hsm160204

Малеев Дмитрий Олегович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологий физкультурно-спортивной деятельности, Институт физической культуры, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: massport@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4254-1705.

Виноградов Евгений Геннадьевич, магистрант, Институт физической культуры, Тюменский государственный университет. 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6. E-mail: tipAkr@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7336-9640.

Исаев Александр Петрович, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: isaevap@susu.ru, ORCID: 0000-0003-2640-0240.

Ходкевич Виталий Александрович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт», Дальневосточный государственный университет путей сообщения. 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47. E-mail: Hodkevichva@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2015-4544.

Поступила в редакцию 10 апреля 2020 г.

IMPROVING THE TRAINING PROCESS OF 16–17-YEAR-OLD BIATHLETES BY MEANS OF HYPOXIC-HYPERCAPNIC EXPOSURES AND CONTROL OF CHANGES IN THE PREMORBID CONDITION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN THE BASIC STAGE OF SPORTS PREPARATION

D.O. Maleev¹, *massport@mail.ru*, ORCID: 0000-0003-4254-1705,
E.G. Vinogradov¹, *tipAkr@yandex.ru*, ORCID 0000-0001-7336-9640,
A.P. Isaev², *isaevap@susu.ru*, ORCID: 0000-0003-2640-0240,
V.A. Khodkevich³, *Hodkevichva@Mail.ru*, ORCID: 0000-0003-2015-4544

¹Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation,

²South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

³Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russian Federation

Aim. The article deals with theoretical and experimental substantiation of the effectiveness of basic and ergogenic (hypoxic-hypercapnic exposures) aids in the preparation of 16–17-year-old biathletes. **Materials and methods.** The study involved two groups of 16–17-year-old biathletes. All athletes underwent an in-depth medical examination at the beginning of the experiment. Throughout the study, their functional status was assessed by the premorbid index of the cardiovascular system obtained with the CardioSoft diagnostic system (USA). **Results.** Hypoxic-hypercapnic exposures in sports training along with the general training program aimed at developing local-regional muscle endurance is a promising approach that can ensure a high level of functional abilities in athletes and improve their sports results. **Conclusion.** The results of the study contribute to the improvement of the training system for 16-17-year-old biathletes at the basic stage of sports preparation. The study proves that the innovative method proposed is effective for controlling the premorbid state of the cardiovascular system in athletes.

Keywords: hypercapnia, respiratory training, biathletes, premorbid index, ergogenic aids, adaptation, sports performance.

References

1. Agadzhanian N.A., Krasnikov N.P. [Evaluation of the Functional State of the Athlete's Body in a Changed Gas Environment]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Education], 1985, no. 3, pp. 19–21. (in Russ.)
2. Apanasenko G.L., Popova A. *Meditinskaya valeologiya* [Medical Valeology]. Rostov-na-Donu, Feniks Publ., 2000. 248 p.
3. Volkov N.I., Sologub S.L., Trefilov V.A. [Potentiation of the Training Effect of Loads when Using Intermittent Hypoxic Effects as an Additional Means]. *Yubileyny sbornik trudov uchenykh RGAFK, posvyashchenny 80-letiyu akademii* [Jubilee Collection of Works of Scientists of the RGAFK, Dedicated to the 80th Anniversary of the Academy], 1998, vol. 2, pp. 147–152. (in Russ.)
4. Isayev A.P., Erlikh V.V. *Sport i srednegor'ye. Modelirovaniye adaptivnykh sostoyaniy sportsmenov: monografiya* [Sports and Midlands. Modeling the Adaptive States of Athletes. Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2013. 425 p.
5. Kolchinskaya A.Z. [Interval Hypoxic Training in Combination with Traditional Sports Training – an Effective Method of Training Athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic Sports], 1995, no. 31 (2), pp. 44–55. (in Russ.)
6. Kuchkin S.N. [The Use of Hypercapnic Mixtures to Increase the Performance of Athletes]. *Diagnostika i metody povysheniya funktsional'noy podgotovlennosti sportsmenov* [Diagnostics and Methods for Improving the Functional Preparedness of Athletes], 1980, pp. 112–113. (in Russ.)

7. Nizovtsev V.P., Panina M.I. [The State of Individual Functional Systems of the Body in Case of Voluntary and Involuntary Hyperventilation, Methods for Correcting Detected Violations]. *Puti optimizatsii funktsii dykhaniya pri nagruzkakh, v patologii i ekstremal'nykh situatsiyakh* [Ways to Optimize Respiratory Function under Loads, in Pathology and Extreme Situations], 1991, pp. 103–112. (in Russ.)

8. Sokunova S.F., Konovalova L.V., Vavilov V.V. [The Use of Interval Hypoxic Training in the Seasonal Training of Middle-Distance Runners]. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific notes of the P.F. Lesgaft University], 2009, no. 5 (51), pp. 86–88. (in Russ.)

9. Abzalilov R.Ya., Aminov A.S., Baymukhametova E.F. et al. *Fundamental'nyye i prikladnyye aspekty adaptosposobnosti, reaktivnosti i regulyatsii organizma sportsmenov v sisteme sportivnoy podgotovki (pitaniye, pishchevareniye, vosstanovleniye i energoobespecheniye): monografiya* [Fundamental and Applied Aspects of Adaptability, Reactivity and Regulation of the Body of Athletes in the System of Sports Training (Nutrition, Digestion, Recovery and Energy Supply). Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2017. 854 p.

10. Khan M.G. *Bystryy analiz EKG* [Quick ECG analysis], russian translation: Yu.M. Pozdnyakov. Moscow, BINOM Publ., 2019. pp. 121–148.

11. Shirayayev V.V., Krasnikov N.P., Glybchenko V.A. [The Use of Hypoxic-Hypercapnic Mixture in the Training Process to Increase the Athlete's Reserve Capabilities]. *Rezervnyye vozmozhnosti organizma sportsmenov* [Reserve Capabilities of the Body of Athletes], 1985, pp. 118–122. (in Russ.)

12. Zych M., Stec K., Pilis A. et al. Approaches to Describe Ventilatory Threshold in Professional Sports. *Physical Activ Rev*, 2017, vol. 5, pp. 113–123. DOI: 10.16926/par.2017.05.16

13. Gabrys T., Szmatlan-Gabrys U., Stanula A. The Direction of the Changes of Rates of the Internal and External Training Load under the Influence of High-Altitude Hypoxia on Mountain Bikers. *Physical Activity Review*, 2019, vol. 7, pp. 40–48. DOI: 10.16926/par.2019.07.05

14. Hellemans J. Intermittent Hypoxic Training, A Pilot Study. *PROCEEDINGS from the Gato-grad International Tri athlon Science II Conference Noosa Australia*, 1999.

15. Isaev A.P., Abzalilov R.Ya., Rybakov V.V. et al. Modeling in the System of Adaptation and Sport Training Management. *Human. Sport. Medicine.*, 2016, vol. 16, no. 2, pp. 42–51. DOI: 10.14529/hsm160204

Received 10 April 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Совершенствование тренировочного процесса биатлонистов 16–17 лет на основе применения гипоксически-гиперкапнических экспозиций и контроля изменений преморбидного состояния сердечно-сосудистой системы в базовом блоке подготовки / Д.О. Малеев, Е.Г. Виноградов, А.П. Исаев, В.А. Ходкевич // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 14–21. DOI: 10.14529/hsm200202

FOR CITATION

Maleev D.O., Vinogradov E.G., Isaev A.P., Khodkevich V.A. Improving the Training Process of 16–17-Year-Old Biathletes by Means of Hypoxic-Hypercapnic Exposures and Control of Changes in the Premorbid Condition of the Cardiovascular System in the Basic Stage of Sports Preparation. *Human. Sport. Medicine.*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 14–21. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200202